



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT

EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Klassierung:

46 c<sup>6</sup>, 6/02

Gesuch eingereicht:

11. November 1955, 17 1/4 Uhr

Prioritäten:

Oesterreich, 19. November 1954  
und 9. September 1955

Patent eingetragen:

15. April 1960

Patentschrift veröffentlicht: 31. Mai 1960

## HAUPTPATENT

Wilhelm Fux, Wien (Oesterreich)

Verfahren und Vorrichtung zum Reinigen von Abgasen,  
insbesondere von aus Brennkraftmaschinen austretenden Abgasen

Wilhelm Fux, Wien (Oesterreich), ist als Erfinder genannt worden



Es ist bereits eine große Zahl von Vorschlägen bekanntgeworden, durch welche die unangenehmen Wirkungen der Auspuffgase von Brennkraftmaschinen beseitigt werden sollen. Einige dieser Vorschläge laufen in der Hauptsache darauf hinaus, eine Nachverbrennung der noch unverbrannten Kohlenstoffteile zu erzielen, wozu man sie in einem Behälter mit erwärmter Frischluft oder einem Gemisch von Luft und Wasserdampf zusammenbringt.

Auch ist es bekannt, die schädlichen Auspuffgase in einem Wasserbad zu kühlen und zu reinigen und durch Zusatz von Ozon und Frischluft zu verbessern.

Ferner hat man versucht, die Abgase zu verbrennen, indem man sie zuerst mit einem Oxydationsmittel mischte, sodann die Verbrennung durch eine äußere Wärmequelle einleitete, um schließlich diese Verbrennung durch Wärme fortzusetzen und aufrechtzuerhalten, die aus den brennenden Gasen unter dem Einfluß eines Katalysators entnommen wird.

Es wurde auch vorgeschlagen, zum Geruchlosmachen und Entnebeln der Auspuffgase einen elektrischen Abscheider mit einem Adsorptionsmittel kombiniert anzuwenden oder, gemäß einem weiteren Vorschlag, die Abgase an scheibenförmigen, katalytisch wirkenden und als Elektroden ausgebildeten Körpern vorbeizuführen, sie durch hochfrequente elektrische Wechselfelder in hochfrequente Schwingungen zu versetzen und einer Oberflächenverbrennung zuzuführen.

Alle diese Vorschläge haben bisher in der Praxis nicht zu dem gewünschten Erfolg und damit zu einer Anwendung in größerem Maßstab geführt, trotzdem die rasch fortschreitende Motorisierung in den Großstädten auf diesem Gebiet dringende Abhilfe erfordert. Bei der unvollständigen Verbrennung von Mittel- oder Schwerölen in schlecht eingestellten Ölhei-

zungen, Verbrennungskraftmaschinen usw. entstehen unangenehm riechende und giftige Abgase neben einer mehr oder weniger starken Rauchentwicklung. Es ist daher eines der Ziele der Erfindungen, die Giftwirkung und Geruchsbelästigung zu verringern, indem die ungesättigten Verbindungen, Thiokörper und ähnliche zerstört werden. Durch die Anwendung von Ozon mit oder ohne eine darauffolgende Nachverbrennung lassen sich ungesättigte Verbindungen in gesättigte überführen, und auch Thioverbindungen können durch Oxydation in ungiftige und nicht mehr schlecht riechende Verbindungen übergehen.

Erfindungsgemäß wird nun vorgeschlagen, die Reinigung von Abgasen aller Art, insbesondere von aus Brennkraftmaschinen austretenden Abgasen, unter Zufuhr von Frischluft durch ein Verfahren zu erreichen, das dadurch gekennzeichnet ist, daß die Abgase mit unter Einwirkung eines elektrischen Hochspannungsfeldes gebildetem Ozon angereichert werden, zum Zweck, die im Abgas enthaltenen brennbaren Stoffe praktisch vollständig zu oxydieren.

Dieses Verfahren kann so ausgeführt werden, daß das aus Abgas und Frischluft gebildete Gemisch unter Einwirkung eines elektrischen Hochspannungsfeldes mit Ozon angereichert wird. Gegebenenfalls kann das mit Ozon angereicherte Gemisch aus Abgas und Frischluft unter Funkenüberschlag gezündet werden.

Es hat sich aber auch als vorteilhaft erwiesen, die Ozonisierung der Frischluft unter Einwirkung eines elektrischen Hochspannungsfeldes schon vor der Gemischbildung mit dem Abgas durchzuführen. Hiedurch wird der Vorteil erzielt, daß die Frischluft in beliebigem Maße mit Ozon angereichert und gegebenenfalls auch verdichtet werden kann, bevor sie dem Abgas beigemengt wird. Es ergeben sich ferner

aus dieser Maßnahme konstruktive Vorteile, da gegebenenfalls das Ozonisieren der Frischluft an beliebiger Stelle und die Beimengung der Frischluft zum Abgas an einer andern Stelle erfolgen kann. Dies bezieht sich nicht nur auf Brennkraftmaschinen in Kraftfahrzeugen, sondern auch auf Stabilanlagen und Feuerungen aller Art, z. B. in Fabriken.

Das vorliegende Patent umfaßt auch eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Diese Vorrichtung besteht aus einem Hohlkörper mit getrennten Zufuhröffnungen für Abgas und Frischluft und ist dadurch gekennzeichnet, daß im Hohlkörper Mittel für die Gemischbildung und Mittel für die Bildung eines Hochspannungsfeldes vorgesehen sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird unter Bezugnahme auf mehrere in den Zeichnungen dargestellte Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtung im folgenden beispielsweise beschrieben.

In den Fig. 1 bis 4 der Zeichnung ist eine beispielsweise Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt, bei welcher der Fahrtwind die beizumischende Frischluft liefert.

Die Fig. 5 bis 7 zeigen eine andere Ausführungsform des Erfindungsgegenstandes, bei welcher zur Frischluftversorgung ein Gebläse vorgesehen ist.

In Fig. 8 ist eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt, bei welcher die Ozonisierung der Luft vor dem Mischen mit Abgas erfolgt.

Im einzelnen stellt in der Zeichnung Fig. 1 einen Längsschnitt durch die Vorrichtung nach der Linie I—I in Fig. 3 dar. Die Fig. 2 und 3 zeigen Querschnitte nach den Linien II—II bzw. III—III in Fig. 1, und Fig. 4 stellt das Schnittbild gemäß einem nach der Linie IV—IV in Fig. 1 bzw. 2 konzentrisch zum Mantel geführten Schnitt dar.

Fig. 5 zeigt die zweite Ausführungsform im Längsschnitt nach der Linie V—V in Fig. 6. Fig. 6 stellt einen Querschnitt nach der Linie VI—VI in Fig. 5 dar, und Fig. 7 zeigt das Schnittbild gemäß eines nach der Linie VII—VII in den Fig. 5 bzw. 6 konzentrisch zum Mantel geführten Schnittes.

Fig. 8 ist ein Längsschnitt durch eine abgeänderte beispielsweise Ausführungsform der Vorrichtung nach der Erfindung.

Die in den Fig. 1 bis 4 dargestellte Vorrichtung besteht aus einem Hohlkörper 1 mit einem Zuführungsrohr 2 für die einströmenden Abgase. Dieses Zuführungsrohr besitzt einen erweiterten Teil 3, welcher in einem von dem innern Endteil 4 des Hohlkörpers gebildeten Raum 5 endet. Das bei Vorwärtsfahrt in der Fahrtrichtung gelegene vordere Ende des Hohlkörpers 1 ist zu einem Fangtrichter 6 für Frischluft erweitert. Zwischen dem erweiterten Teil 3 und der Wand des Hohlkörpers 1 sind, wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, Stege 7 angeordnet, welche die Wände von Luftstrahldüsen 8 bilden, die unter einem spitzen Winkel gegen die Rohrachse A—A in den

Raum 5 einmünden. In einem an den Hohlkörper 1 anschließenden zylindrischen Rohr 9, das beispielsweise aus feuerfester Keramik bestehen kann, ist mittels dreier Stege 10 ein in Strömungsrichtung sich verengendes Metallrohr 11 konzentrisch befestigt. Die Stege 10 können hierbei auf irgendeine Weise an der Rohrwand befestigt sein. In der Rohrachse ist eine Stabelektrode 12 angeordnet, die durch Metallstützen 13 in der Wand des Rohres 9 befestigt ist. Das Rohr 9 weist an seinem freien Ende einen Ansatz 14 zur Verbindung mit einem Schalldämpfer 15 auf. Zur Erzeugung des Hochspannungsfeldes zwischen der Stabelektrode 12 und dem die zweite Elektrode bildenden Metallrohr 11 ist ein Induktionsapparat 16 vorgesehen, der in der Zeichnung durch das Schaltbild schematisch angedeutet ist. Die Hochspannungswicklung des Induktionsapparates ist durch Leitungen 17, 18 mit den Elektroden 11 bzw. 12 verbunden.

Bei einer andern, in den Fig. 5 bis 7 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist der Hohlkörper 1 mit dem Zuführungsrohr 2 und dem erweiterten Teil 3 sowie der innere Endteil 4 des Hohlkörpers 1 die gleiche Form wie bei der in den Fig. 1 bis 4 gezeigten Bauart auf. Zwischen dem erweiterten Teil 3 und dem Hohlkörper 1 sind Leitstege 21 angeordnet, welche die Wände von schräg zur Rohrachse A—A in den Raum 5 mündenden Luftkanälen 22 bilden. Die durch ein Metallrohr 11 und einen Metallstab 12 gebildeten Elektroden haben die gleiche Form wie bei der in den Fig. 1 bis 4 gezeigten Bauart und sind in einem an den Hohlkörper 1 anschließenden, aus Metall bestehenden Rohr 23 angeordnet, welches durch einen Ansatz 14 mit einem Schalldämpfer 15 bekannter Art verbunden ist. Die Elektrode 12 ist durch Metallstäbe 13', welche in Durchführungsisolatoren 24, 25 durch die Wand des Metallrohres 23 geführt sind, an diesem gehalten. Der Induktionsapparat 16 ist durch eine Leitung 17 mit der isolierten Elektrode 12 verbunden. Der zweite Pol und das Metallrohr 23 und damit auch die Elektrode 11 sind gemeinsam mit dem Minuspol der Batterie wie üblich an Masse angeschlossen. Für die Zufuhr von Frischluft ist ein Motorgebläse 26 vorgesehen. Statt eines Induktionsapparates kann als Hochspannungsstromquelle auch die für die Zündanlage des Verbrennungsmotors verwendete Zündspule, z. B. in Verbindung mit der Zündlichtmaschine, benutzt werden, die auch den Strom zum Betrieb des in Fig. 5 angedeuteten Gebläses für die Frischluft liefert.

Die Auspuffgase strömen in der durch die Pfeile a angedeuteten Richtung in den Raum 5, wo sie mit den aus den Düsen 8 (Fig. 1 bis 4) bzw. Luftkanälen 22 (Fig. 5 bis 7) schräg tangential eintretenden Frischluftstrahlen unter Verwirbelung vermischt und anschließend in das Elektrodenrohr 11 getrieben werden. Die Frischluft wird durch den Abgasstrahl injektorartig angesaugt. Die Frischluftmenge kann durch Ausnutzung des Fahrtwindes bei Fahrzeugen und ins-

besondere durch Verwendung eines Gebläses (26 in Fig. 5) besonders wirksam erhöht werden.

Zwischen den Elektroden 11 und 12 besteht ein hochfrequentes Hochspannungswechselfeld, durch welches Sauerstoffteilchen der Frischluft aufgespalten werden und sich an andern Sauerstoffteilchen unter Ozonbildung anlagern. Hiedurch wird eine fast völlige Oxydation der im Abgas enthaltenen brennbaren Stoffe bewirkt. Auch kann man es so einrichten, daß an den einander zunächst liegenden Teilen der beiden Elektroden zusätzlich zur Ozonbildung Hochspannungsfunken übertreten, welche, abgesehen von der verstärkten Ozonisierung des Gemisches, dieses zur Entzündung bringen. Damit können unangenehme Aldehyde und giftiges Kohlenmonoxyd chemisch durch Oxydation mittels Ozon entgiftet werden. Auch können Rußteilchen oxydiert werden, die sich zum Beispiel infolge der Verwendung von minderwertigeren Kraftstoffen, besonders bei Dieselmotoren, in den Abgasen befinden. Dies ermöglicht, daß die die Vorrichtung verlassenden Abgase geruch- und rußfrei bzw. auch frei von giftigen Beimengungen sind.

Nach einer abgeänderten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung können auch im Hohlkörper der Vorrichtung die Elektroden eines an sich bekannten, beliebigen Ozonisators angeordnet und dabei in Berührung mit dem vorbeiströmenden Gemisch stehend verwendet werden.

Ferner kann man den Hohlkörper, mindestens aber den Teil desselben, in welchem ein Hochspannungsfeld gebildet wird, mit einem Mantelrohr umgeben, durch welches die im Hohlkörper gebildete Wärme zu Kühlungs- oder Heizzwecken abgeführt werden kann.

Die in Fig. 8 dargestellte Vorrichtung besteht im wesentlichen aus einem Hohlkörper 31, der zwei getrennte Einlaßöffnungen 32 und 33 für die Abgase und für Frischluft sowie eine Austrittsöffnung 34 für das behandelte Gasgemisch aufweist. Die Frischluft gelangt nach Durchströmen eines Krümmers 35 in eine Kammer 36, in der sie einer Anreicherung mit Ozon unter Einwirkung eines Hochspannungsfeldes unterworfen wird. In dieser Kammer sind zum Beispiel Elektroden in Form eines konischen Rohres 37 und eines Stabes 38 angeordnet und an ihren Befestigungsstellen von ihren Trägern elektrisch isoliert. Die Mündung in die Mischkammer 39 kann düsenförmig ausgebildet sein, so daß die Frischluft bei Anwendung eines entsprechenden Druckes in Form eines Strahls in die Mischkammer eintritt.

Die Mischkammer 39 ist mehrteilig ausgeführt, und zwar ist das Abteil 40 durch eine Trennwand 41 vom Abteil 42 der Kammer getrennt.

Das Abgas, das durch die Öffnung 32 in den Hohlkörper 31 gelangt, strömt durch Öffnungen 43 in das Mischkammerabteil 40 in Form von einzelnen kreisförmig verteilten Strahlen, die auf die Trennwand 41 auftreffen. Das Aufprallen sowohl der Abgase als auch der Frischluftstrahlen auf die Trenn-

wand 41 hat eine innige Vermischung der beiden Medien zur Folge. Die Trennwand 41 kann als Träger einer Zündvorrichtung 44 beliebiger Art dienen oder selbst als solche ausgebildet sein.

Die Achsen der Eintrittsöffnungen 43 für das Abgas in das Mischkammerabteil 40 befinden sich auf dem Mantel eines gedachten Kegels, dessen Spitze S', in Strömungsrichtung gesehen, auf der Hauptachse des Hohlkörpers jenseits der Trennwand 41 liegt.

Die Trennwand 41 weist selbst Durchtrittsöffnungen 45 auf, deren Achsen sich vorzugsweise auf dem Mantel eines gedachten Kegels befinden, dessen Spitze S'' auf der Achse des Hohlkörpers, in Strömungsrichtung gesehen, vor der Trennwand liegt.

Eine düsenförmige Erweiterung bzw. Verengung aller Durchtrittsöffnungen ist u. U. zweckmäßig.

Die beschriebene Vorrichtung wirkt nicht nur im Sinne einer Beseitigung der unangenehmen, oft gesundheitsschädlichen Bestandteile von Abgasen aller Art, sondern auch als schalldämpfendes Organ, z. B. bei Kraftfahrzeugen. Gegebenenfalls kann die Vorrichtung auch mit einem Schalldämpfer beliebiger Bauart zu einer Baueinheit ausgebildet sein.

Die Zündvorrichtung 44 für das mit Ozon angereicherte Gasgemisch kann im zweiten Mischkammerabteil 42 angeordnet sein. Dies hat den Vorteil, daß infolge der intensiven Mischung im ersten Abteil 40 die Verbrennung im zweiten Abteil gleichmäßiger und vollständiger erfolgen wird.

Es ist besonders zweckmäßig, die Trennwand 44 sowie den Einsatz für die Elektroden aus hitzebeständiger Keramik herzustellen.

Bei durchgeführten Untersuchungen der beschriebenen Vorrichtungen wurden folgende Ergebnisse erzielt, wobei ein Zweitakt-Dieselmotor der Type Jenbach, zwei Zylinder, 26-PS-Leistung, untersucht wurde: Die Abgasanalyse ergab bei gut eingestelltem Motor einen Gehalt von 0,012 % Kohlenmonoxyd, bei schlecht eingestelltem Motor 0,05 bis 0,18 % Kohlenmonoxyd. Die Auspufftemperatur betrug 400 bis 500° C, und das Verhältnis der den Auspuffgasen zugeführten Luft schwankte zwischen 1 : 1 bis 1 : 1,5. Zur Ozonisierung der Abgase bzw. der zugeführten Frischluft wurde ein Ozonisator von Siemens, 40 mm Durchmesser, mit einer Spannung von 30 000 bis 35 000 V verwendet, der etwa 3 % Ozon, bezogen auf das zugeführte Luftvolumen, erzeugt.

Die Messung der Lichtdurchlässigkeit des Abgases wurde mittels einer Elektrooptik bzw. einem Nephelometer von Lange, Berlin, durchgeführt.

Das zur Verbrennung gelangende Dieselöl hatte einen Schwefelgehalt von 1,8 %, so daß sich die entstehende Menge an Schwefeltrioxyd als außerordentlich dichter Nebel auswirkte. Nachgewiesenermaßen bildeten sich Thiophene, Kohlenoxydsulfid (COS) und ähnliche Verbindungen, welche durch das Ozon oxydiert werden. Beim Einschalten des Ozonisators trat jedoch zunächst eine 1,4fache Rauchdichtevermehrung auf, die durch crackähnliche Vorgänge an

den Seitenketten der C-Verbindungen, teilweise auch durch Umwandlung des  $\text{SO}_2$  in  $\text{SO}_3$  zu erklären sind.

Sodann wurden in einer Quarzröhre (20 mm Durchmesser) von der einen Seite die auf Zimmertemperatur gekühlten Gase, im Gegenstrom von der andern Seite die ozonisierte bzw. nichtozonisierte Luft zugeführt und zur Vermischung gebracht. Der eine Teil des Quarzrohres wurde in einem Elektrofen auf einer konstanten Temperatur von  $700^\circ\text{C}$  gehalten. Die so behandelten Gase durchströmen sodann das Reaktionsrohr. Nach einer neuerlichen Kühlung auf Zimmertemperatur wurden die Gase durch die Meßkammer des Nephelometers gesaugt und die Rauchdichte gemessen. Diese Versuche ergaben eine restlose Verbrennung aller festen Teilchen. Es ergibt sich somit, daß mit Hilfe dieses Verfahrens die giftigen oxydierbaren Bestandteile aus den Abgasen entfernt und anschließend auch die unverbrannten Kohlenstoffteilchen einer vollständigen Verbrennung zugeführt werden können. Die austretenden Abgase waren völlig geruchlos.

Grundsätzlich kann die beschriebene Vorrichtung, die vorstehend in bezug auf die Anwendung bei Brennkraftmaschinen beschrieben worden ist, bei allen Arten von Feuerungen für die Reinigung der austretenden Abgase, z. B. in Schornsteinen aller Art, angewendet werden.

#### PATENTANSPRÜCHE

I. Verfahren zur Reinigung von Abgasen, insbesondere von solchen, die aus einer Brennkraftmaschine austreten, unter Zufuhr von Frischluft, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgase mit unter Einwirkung eines elektrischen Hochspannungsfeldes gebildetem Ozon angereichert werden, zum Zweck, die im Abgas enthaltenen brennbaren Stoffe praktisch vollständig zu oxydieren.

II. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch I, bestehend aus einem Hohlkörper mit getrennten Zufuhröffnungen für Abgas und Frischluft, dadurch gekennzeichnet, daß im Hohlkörper Mittel für die Gemischbildung und Mittel (11, 12) für die Bildung eines Hochspannungsfeldes vorgesehen sind.

#### UNTERANSPRÜCHE

1. Verfahren nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß das aus Abgas und Frischluft gebildete Gemisch unter Einwirkung eines elektrischen Hochspannungsfeldes mit Ozon angereichert wird.

2. Verfahren nach Patentanspruch I und Unteranspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Einwirkung des elektrischen Hochspannungsfeldes die Frischluft dem Abgas quer zu dessen Strömungsrichtung in Form von tangential auf den Abgasstrahl auftreffenden Luftstrahlen beigemischt wird, zum Zweck, eine innige Mischung von Abgas und Luft zu erzielen und dem so gebildeten Gemisch zugleich eine Drallbewegung zu erteilen.

3. Verfahren nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß die Frischluft vor ihrer Vermischung mit dem Abgas unter Einwirkung eines elektrischen Hochspannungsfeldes mit Ozon angereichert wird.

4. Verfahren nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß das Gemisch aus Abgas und mit Ozon angereicherter Frischluft zur Entzündung gebracht wird.

5. Verfahren nach Patentanspruch I und Unteranspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündung durch eine zusätzliche Zündeinrichtung herbeigeführt wird.

6. Verfahren nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß die mit Ozon angereicherte Frischluft unter Druck zugeführt wird.

7. Vorrichtung nach Patentanspruch II, bei welcher die Mittel für die Gemischbildung aus einem im Hohlkörper zentral angeordneten, sich in Richtung der Hohlkörperlängsachse erstreckenden Zufuhrrohr für das Abgas bestehen, dadurch gekennzeichnet, daß am Ende des Zufuhrrohres (2, 3) quer und tangential zum Abgasstrahl gerichtete Zufuhröffnungen (8) für die Frischluft vorgesehen sind.

8. Vorrichtung nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, daß ein in Strömungsrichtung des Gemisches sich verjüngendes Elektrodenrohr (11) angeordnet ist, in welchem sich eine stabförmige Elektrode (12) axial erstreckt (Fig. 1).

9. Vorrichtung nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden eines Ozonisators in Berührung mit dem vorbeiströmenden Gemisch stehen.

10. Vorrichtung nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, daß der Teil, in dem ein Hochspannungsfeld gebildet wird, von einem Mantelrohr umgeben ist, durch welches die im Hohlkörper gebildete Wärme abgeführt werden kann.

11. Vorrichtung nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, daß sie so ausgebildet ist, daß sie mit einem Schalldämpfer zusammengebaut werden kann.

Wilhelm Fux

Vertreter: E. Blum & Co., Zürich

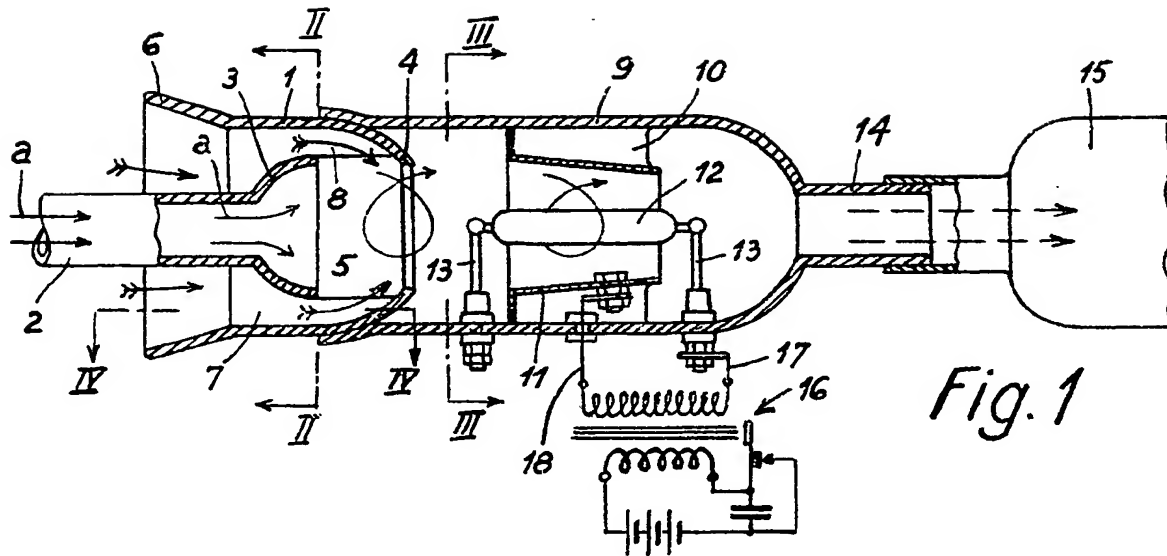


Fig. 1

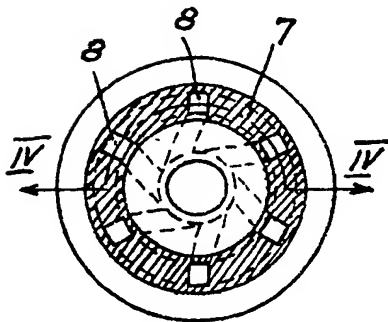


Fig. 2

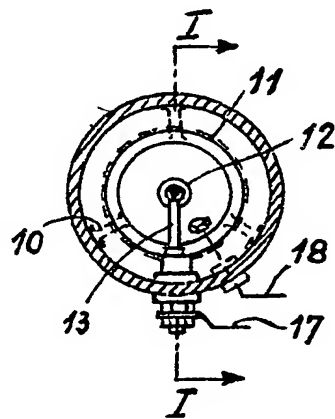


Fig. 3

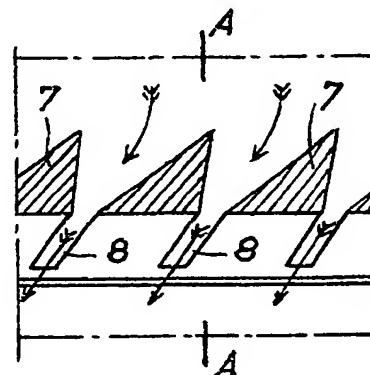


Fig. 4

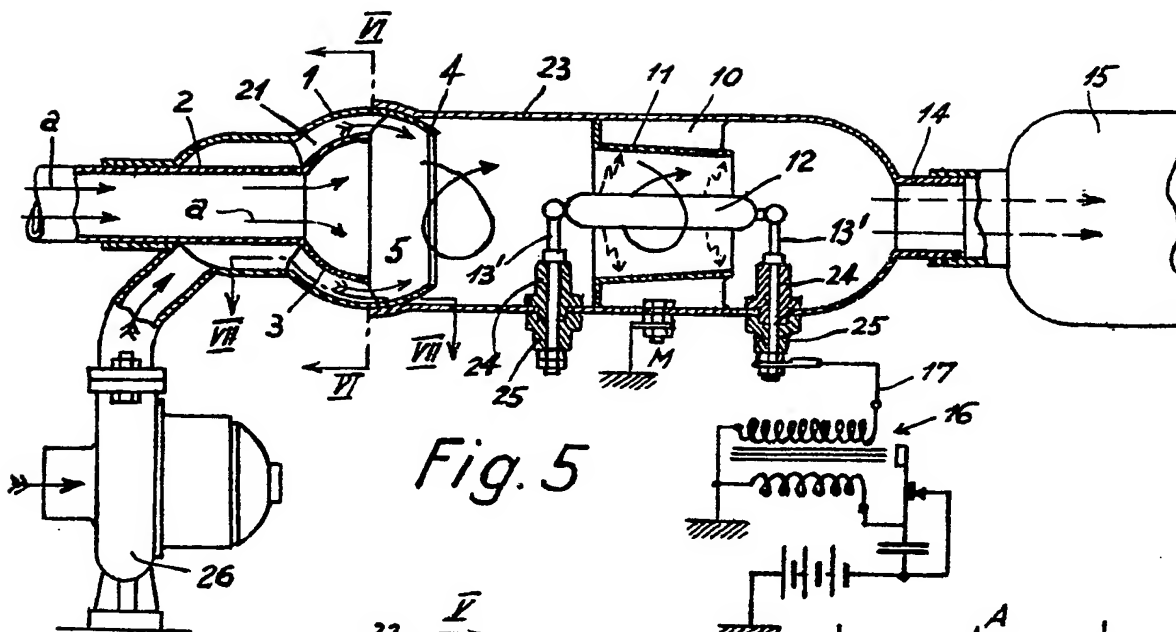


Fig. 5

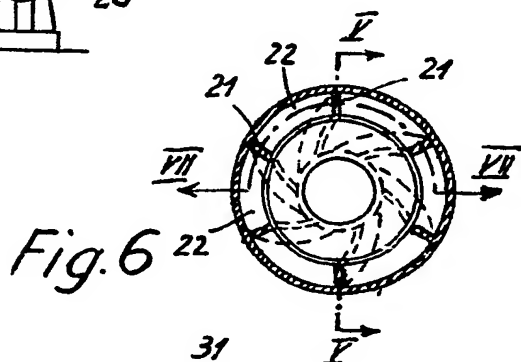


Fig. 6

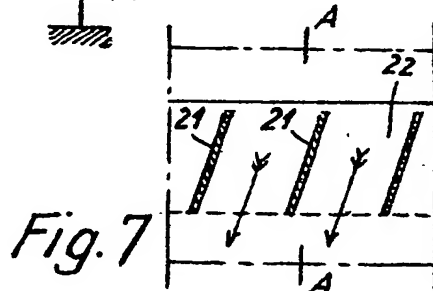


Fig. 7

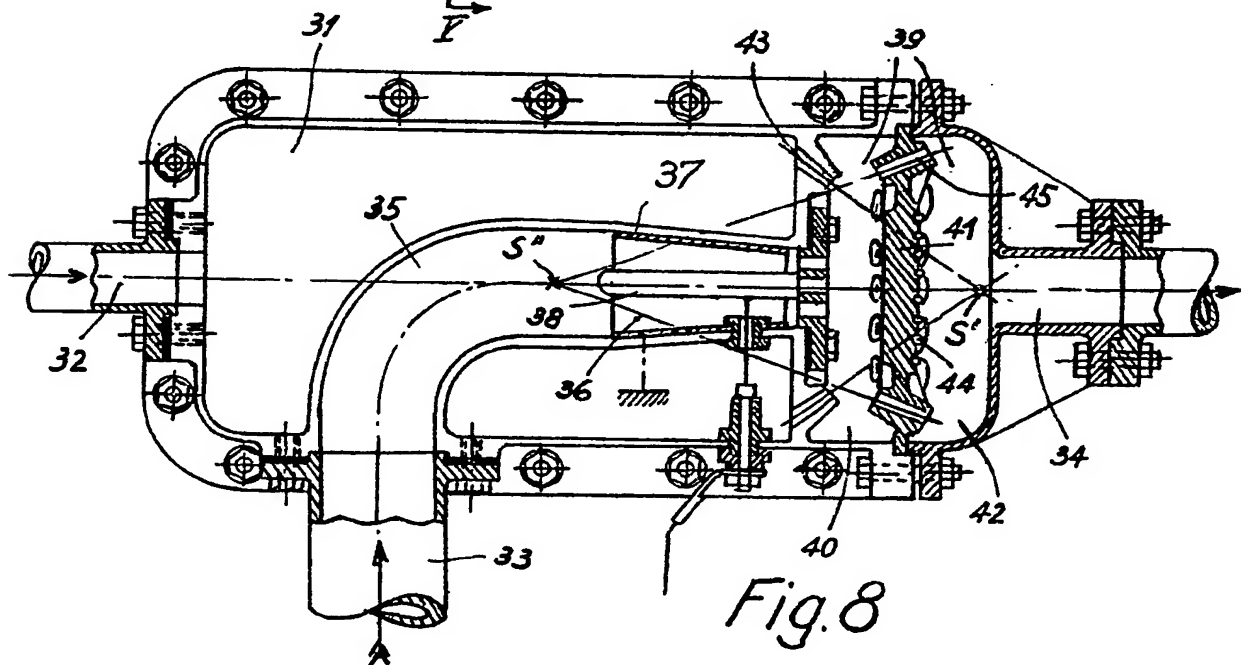


Fig. 8